

MICRO-MIXER

Publication number: JP2002346353 (A)

Publication date: 2002-12-03

Inventor(s): HONDA NOBUAKI

Applicant(s): YAMATAKE CORP

Classification:






- **international:** *B01F5/00; B01F3/08; B01F5/06; B01F13/00; B01F3/08; B01F5/00; B01F3/08; B01F5/06; B01F13/00; B01F3/08; (IPC1-7): B01F5/00; B01F3/08*

- **European:** B01F5/06B2B; B01F5/06B3C; B01F13/00M

Application number: JP20010158632 20010528

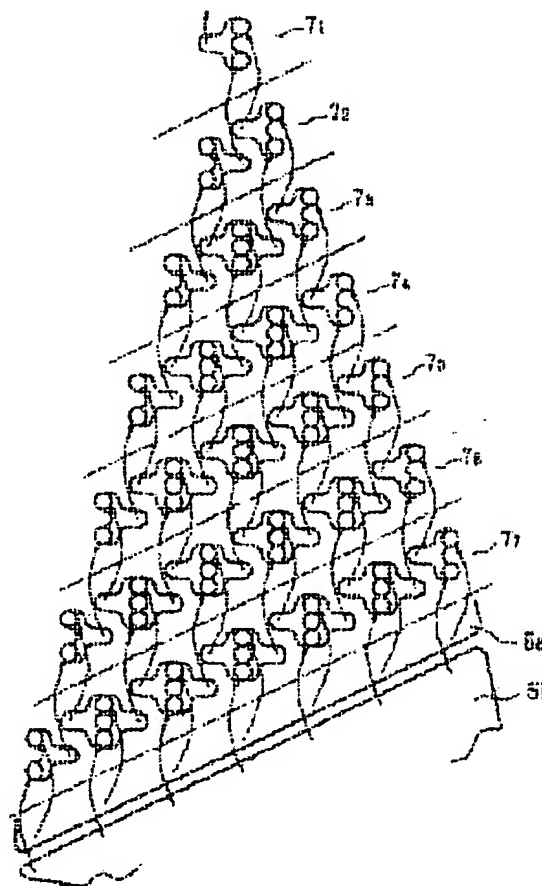
Priority number(s): JP20010158632 20010528

Also published as:

 JP3694877 (B2)
 US2004145967 (A1)
 US7066641 (B2)
 WO02096543 (A1)
 DE10296876 (T5)

Abstract of JP 2002346353 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive micro-mixer with a simple structure having a good mixing performance and capable of being easily manufactured. **SOLUTION:** The micro-mixer is provided with a plurality of mixing distribution units 10 provided with two inlets 11a, 11b and two outlets 12a, 12b. A flow passage forming a plurality of layers is formed by superposing a plurality of sheets of flow passage modules 7 in which a plurality of mixing distribution units are periodically arranged. The two outlets 12a, 12b in one mixing distribution unit of the respective flow passage modules are independently connected to each one inlet 11a, 11b of the two mixing distribution units in the flow passage module of the adjacent next layer to form a micro-mixing liquid in which two kinds of liquids A, B are mixed.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2002346353 A**

(43) Date of publication of application: **03.12.02**

(51) Int. Cl.

B01F 5/00
B01F 3/08

(21) Application number: **2001158632**

(71) Applicant: **YAMATAKE CORP**

(22) Date of filing: **28.05.01**

(72) Inventor: **HONDA NOBUAKI**

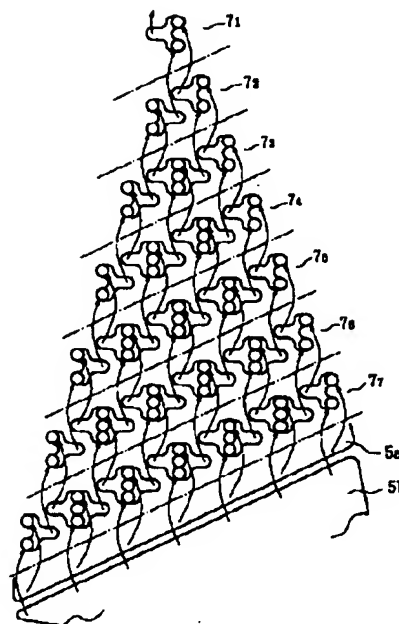
(54) **MICRO-MIXER**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an inexpensive micro-mixer with a simple structure having a good mixing performance and capable of being easily manufactured.

SOLUTION: The micro-mixer is provided with a plurality of mixing distribution units 10 provided with two inlets 11a, 11b and two outlets 12a, 12b. A flow passage forming a plurality of layers is formed by superposing a plurality of sheets of flow passage modules 7 in which a plurality of mixing distribution units are periodically arranged. The two outlets 12a, 12b in one mixing distribution unit of the respective flow passage modules are independently connected to each one inlet 11a, 11b of the two mixing distribution units in the flow passage module of the adjacent next layer to form a micro-mixing liquid in which two kinds of liquids A, B are mixed.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-346353

(P2002-346353A)

(43) 公開日 平成14年12月3日 (2002. 12. 3)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターミナル(参考)

B 0 1 F 5/00

B 0 1 F 5/00

D 4 G 0 3 5

3/08

3/08

Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-158632(P2001-158632)

(71) 出願人 000006666

株式会社山武

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号

(22) 出願日 平成13年5月28日(2001. 5. 28)

(72) 発明者 本田 宜昭

東京都渋谷区渋谷2丁目12番19号 株式会社山武内

(74) 代理人 100090022

弁理士 長門 侃二

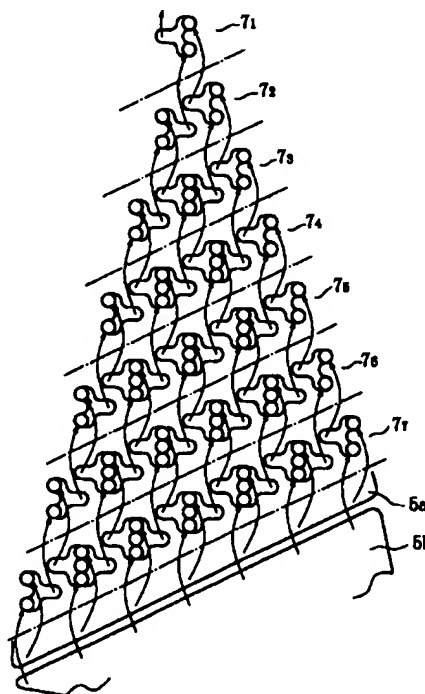
Fターム(参考) 4G035 AB37 AC04

(54) 【発明の名称】 マイクロ混合器

(57) 【要約】

【課題】 ミキシング性能が良好で、その製作が容易な安価で簡易な構造のマイクロ混合器を提供する。

【解決手段】 2個のインレット11a, 11bと2個のアウトレット12a, 12bとを具備した複数の混合分配ユニット10を備え、これらの複数の混合分配ユニットを周期的に配列してなる複数枚の流路モジュール7を積層して複数の層をなす流路を形成したものであって、前記各流路モジュールの1つの混合分配ユニットにおける2個のアウトレット12a, 12bを、隣接する次層の流路モジュールにおける2つの混合分配ユニットの各1個のインレット11a, 11bにそれぞれ個別に連結して、2種類の液体A, Bを混合したマイクロ混合液を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 n 個のインレットと n 個のアウトレットとを具備した複数の混合分配ユニットを備え、これらの複数の混合分配ユニットを周期的に配列した複数枚の流路モジュールを積層して複数の層をなす流路を形成してなり、

上記各流路モジュールにおける前記各混合分配ユニットは、該流路モジュールの上流面に前記 n 個のインレットを設けると共に、その下流面に前記 n 個のアウトレットを設け、これらの n 個のインレットと n 個のアウトレットとをチャンネルを介して連結した流路構造を有し、前記各流路モジュールの1つの混合分配ユニットにおける n 個のアウトレットを、隣接する下流側の流路モジュールにおける n 個の混合分配ユニットの各1個のインレットにそれぞれ個別に連結してなることを特徴とするマイクロ混合器。

【請求項2】 前記インレットおよびアウトレットの個数 n は、2～4である請求項1に記載のマイクロ混合器。

【請求項3】 前記インレットおよびアウトレットの個数 n は2個であって、前記各流路モジュールに周期的に配列された複数の混合分配ユニットは、

互いに隣り合う2つの混合分配ユニット間の隣接する2個のアウトレットの配列間隔を、前記各混合分配ユニットにおける2個のインレットの配列間隔と等しく設定されている請求項1に記載のマイクロ混合器。

【請求項4】 前記各流路モジュールに周期的に配列された複数の混合分配ユニットは、直線上に配列されている請求項3に記載のマイクロ混合器。

【請求項5】 前記各混合分配ユニットにおける n 個のインレットの径、 n 個のアウトレットの径、およびチャンネルの幅および深さは、ほぼ同じ大きさに形成されることを特徴とする請求項1に記載のマイクロ混合器。

【請求項6】 最下流に配される流路モジュールは、該流路モジュールにおける複数の混合分配ユニットの各アウトレットからそれぞれ出力される流体を1つの流路にまとめる集合部を備え、

該集合部は、前記各アウトレットからそれぞれ出力された流体を混合するに必要な滞留時間を確保し得る流路長を有することを特徴とする請求項1に記載のマイクロ混合器。

【請求項7】 2個のインレットと2個のアウトレットとをチャンネルを介して連結した流路構造をなす混合分配ユニットおよび/または2個のインレットと1個のアウトレットとをチャンネルを介して連結した流路構造をなす混合ユニットを設けた複数枚の平板状の流路モジュールを積層してなり、

前記各流路モジュールにおける混合分配ユニットおよび/または混合ユニットの各2個のインレットを、隣接す

る前層の流路モジュールにおける2つの混合分配ユニットおよび/または混合ユニットの各1個のアウトレットにそれぞれ個別に連結し、

各流路モジュールにおける混合分配ユニットおよび/または混合ユニットの数を、その上流側から下流側に向けて順次1個ずつ減らしながら流体を混合し、1つの流路にまとめて出力してなることを特徴とするマイクロ混合器。

【請求項8】 前記混合分配ユニットは、前記2個のインレットおよび2個のアウトレットを、その中央に設けられてチャンネルの向きを定める島状の仕切部を挟んで互いに直交する方向にそれぞれ対称に設けた構造を有し、前記混合ユニットは、上記混合分配ユニットにおける2個のアウトレットの一方と、そのアウトレットに連なるチャンネルを省いた構造を有するものである請求項7に記載のマイクロ混合器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ミキシング性能が良好で、その製作が容易な簡易な構造のマイクロ混合器に関する。

【0002】

【関連する背景技術】マイクロ混合器は、例えばマイクロマシンニング技術を用いてSi等の半導体基板を加工して製作される。具体的にはこの種のマイクロ混合器は、例えば2種類の液（流体）A、Bを混合して2層の層流（A+B）を形成した後、この層流（A+B）をその層方向に（A+B）/2ずつ2分割し、更にこれらの2分割された2つの層流（A/2+B/2）を混合して4層の層流（A/2+B/2+A/2+B/2）を形成した後、この層流をその層方向に更に2分割すると言う処理を繰り返すことで、上記各液A、Bがなす層（大きさ）を徐々に細分化し、これによって前記各液A、Bの拡散を速めるように構成される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら従来のマイクロ混合器にあつては、流体（液）を混合・分配する為の流路自体が微細であり、クリティカルな製作精度が要求される。この為、その加工（製造）方法が複雑であり、しかも正確なアライメントを必要とするので製造コストが高いと言う問題がある。また流路自体が微細なので、その流路構造が複雑な場合、液体粒子による目詰まりを起し易い。特に流体を分配する為の幅の狭いスリット部分において目詰まりが生じ易い。更には流体の流れが不均衡となって所要とするミキシング性能を得ることが困難となる等の欠点がある。

【0004】本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的は、ミキシング性能が良好で、その製作が容易な安価で簡易な構造のマイクロ混合器を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するべく本発明に係るマイクロ混合器は、 n ($n=2\sim 4$) 個のインレットと n 個のアウトレットとを具備した複数の混合分配ユニットを備え、これらの複数の混合分配ユニットを周期的に配列してなる複数枚の流路モジュールを積層して複数の層をなす流路を形成したものであって、上記各流路モジュールにおける前記各混合分配ユニットを、該流路モジュールの上流面に前記 n 個のインレットを設けると共に、その下流面に前記 n 個のアウトレットを設け、これらの n 個のインレットと n 個のアウトレットとをチャネルを介して連結した流路構造を有するものとして実現すると共に、前記各流路モジュールの1つの混合分配ユニットにおける n 個のアウトレットを、隣接する次層の流路モジュールにおける n 個の混合分配ユニットの各1個のインレットにそれぞれ個別に連結したことを特徴としている。

【0006】即ち、本発明は、上流面側に n 個のインレットを設けると共に、下流面側に n 個のアウトレットを設け、これらのインレットとアウトレットとをチャネルを介して連結して流路を形成した混合分配ユニットを備え、これらの混合分配ユニットを複数個配列した板状の流路モジュールを、複数枚積み重ねて多層構造化したマイクロ混合器を構築するものであって、前記各流路モジュールにおける混合分配ユニットの n 個のアウトレットを、その下流側の流路モジュールにおける n 個の混合分配ユニットの各1個のインレットにそれぞれ個別に連結し、各混合分配ユニットの n 個のインレットからそれぞれ導入されて混合した流体を、その n 個のアウトレットからそれぞれ分配して出力し、これらの n 個のアウトレットからそれぞれ出力される流体を、下流側の流路モジュールにおける n 個の混合分配ユニットにおける各1個のインレットに個別に導くようにしたことを特徴としている。

【0007】本発明の好ましい態様は、前記インレットおよびアウトレットの個数 n は2であって、前記各流路モジュールに配列される複数の混合分配ユニットは、互いに隣り合う2つの混合分配ユニット間において隣接する2個のアウトレットの配列間隔が、前記各混合分配ユニットにおける2個のインレットの配列間隔と等しくなるように配列される。より好ましくは、前記各流路モジュールにおける複数の混合分配ユニットは、上記配列条件の下で直線上に配列される。

【0008】また本発明の好ましい態様は、前記各混合分配ユニットにおける n 個のインレットの径、 n 個のアウトレットの径、およびチャネルの幅とその深さを、ほぼ同じ大きさのものとして形成される。尚、アウトレットの径については、該アウトレットに連結される下流側の流路モジュールにおけるインレットの径によって規定されるようにしても良い。

【0009】また上述した如くして複数の層をなして流体を混合する流路を形成する場合、最下流の層をなす流路モジュールに、該流路モジュールにおける複数の混合分配ユニットの各アウトレットからそれぞれ出力される流体を1つの流路にまとめる集合部を設けることが望ましい。特にこの集合部については、前記複数の混合分配ユニットにおける各アウトレットからそれぞれ出力された流体を十分に混合するのに必要な滞留時間を確保し得る流路長を有するものとして実現することが望ましい。また混合液がお互いに反応する場合には、その反応時間を十分確保するように設定することが望ましい。

【0010】本発明に係るより具体的なマイクロ混合器は、2個のインレットと2個のアウトレットとをチャネルを介して連結した流路構造をなす混合分配ユニット、および／または2個のインレットと1個のアウトレットとをチャネルを介して連結した流路構造をなす混合ユニットを設けた複数枚の平板状の流路モジュールを積層して構成され、前記各流路モジュールにおける混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの各2個のインレットを、その上流側の流路モジュールにおける2つの混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの各1個のアウトレットにそれぞれ個別に連結してなり、各流路モジュールにおける混合分配ユニットおよび／または混合ユニットの数を、その上流側から下流側に向けて順次1個ずつ減らしながら流体を混合し、最終的には1つの流路にまとめて出力する多層構造のものとして実現される。

【0011】このときの好ましい態様は、前記混合分配ユニットを、前記2個のインレットおよび2個のアウトレットを、その中央に設けられてチャネルの向きを定める島状の仕切部を挟んで互いに直交する方向にそれぞれ対称に設けた構造を有するものとし、一方、前記混合ユニットについては、上記混合分配ユニットにおける2個のアウトレットの一方と、そのアウトレットに連なるチャネルを省いた構造を有するものとして実現すれば良い。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の一実施形態について、2種類の液体A、Bを混合してその拡散を速めるマイクロ混合器を例に説明する。図1はこの実施形態に係るマイクロ混合器の概略構成を示す分解斜視図で、図中1、2は上下一対のプレート体である。これらのプレート体1、2は、例えば厚みが5mm、一辺の長さが50mm程度の平板矩形形状のAl材やSUS等からなる。これらの各プレート体1、2の四隅部には、貫通孔1aとねじ孔2aとがそれぞれ設けられており、上部プレート体1の各貫通孔1aを通して下部プレート体2のねじ孔2aに螺合する4本のボルト3により、後述する複数枚の流路モジュールをその間に挟んで結合一体化されるものとなっている。

【0013】しかして上部プレート体1の中央部には、

その対角線方向に3つの貫通孔(図示せず)が設けられており、これらの各貫通孔には流体導入用のコネクタ4a, 4bと、流体取出用のコネクタ4cとがそれぞれ装着されている。また下部プレート体2の中央部には、前記流体導入用のコネクタ4a, 4bがそれぞれ装着された2つの貫通孔にそれぞれ対応して、図2(a)に示すように略三角形をなす所定深さの流体導入チャンネル5a, 5bが形成されている。これらの流体導入チャンネル5a, 5bは、後述する流路モジュールに配列される混合分配ユニットの並びに沿って設けられる所定厚みの隔壁5cを介して区画されている。またこの下部プレート体2には、後述する複数枚の流路モジュールを位置合わせして積み重ねる上でのガイドピン(図示せず)を垂直に植設する為のピン孔6が設けられている。

【0014】さて上述したプレート体1, 2間に積層して挟み込まれる複数枚(m枚)の流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_m)は、例えば厚みが0.8mm、一辺の長さ25mm程度の平板形状のAl材からなる。これらの各流路モジュール7は、図2(b)に示すように前述した流体導入用のコネクタ4a, 4bがそれぞれ装着された2つの貫通孔にそれぞれ対応する貫通孔8a, 8bと、上述したガイドピンを挿通してその位置合わせに供せられる貫通孔9とをそれぞれ共通に備え、更に前記流体導入チャンネル5a, 5bを区画する隔壁5cに沿って配列された複数の混合分配ユニット10を備える。

【0015】ちなみに上記混合分配ユニット10は、例えば図3にその概略構成を示すように、板状の流路モジュール7における上流面(下面)側に設けた2個のインレット11(11a, 11b)と、上記流路モジュール7における下流面(上面)側に設けた2個のアウトレット12(12a, 12b)とを備え、その上面側に穿いた深さ0.4mmの溝からなるチャンネル13を介して上記各インレット11a, 11bとアウトレット12a, 12bとを連結して、流路モジュール7の上下面間に流路を形成した構造をなす。

【0016】特にこの混合分配ユニット10においては、前記チャンネル13の中央に位置付けられて該チャンネル13の向きを定める島状の仕切部14が設けられている。そして前記2個のインレット11a, 11b、および2個のアウトレット12a, 12bを、上記仕切部14を挟んで互いに直交する方向にそれぞれ対称に設けた構造となっている。またこの混合分配ユニット10におけるインレット11a, 11bの径、アウトレット12a, 12bの径、そしてチャンネル13の幅とその深さは、例えば0.4mmとして互いに等しく設定され、更に2個のインレット11a, 11bは0.4mmの間隔を隔てて、また2個のアウトレット12a, 12bは1.2mmの間隔を隔てて設けられている。

【0017】しかして前述したm枚の流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_m)は、それぞれ上述した構造をなす複

数の混合分配ユニット10を所定の周期で配列した構造を有する。そしてこれらの各流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_m)における混合分配ユニット10を隣接する流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_m)間で順に連結して積み重ねられて、多層構造化された流路を形成する。

【0018】特に各流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_m)における1つの混合分配ユニット10は、その2個のアウトレット12a, 12bを、隣接する下流側の流路モジュール7における2つの混合分配ユニット10, 10の各1個のインレット11a, 11bにそれぞれ個別に連結されるようになっている。換言すれば各流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_m)における1つの混合分配ユニット10の、2個のインレット11a, 11bを、隣接する上流側の流路モジュール7における2つの混合分配ユニット10, 10の各1個のアウトレット12a, 12bにそれぞれ個別に連結されている。

【0019】そして各流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_m)における1つの混合分配ユニット10は、その上流側の流路モジュール7における互いに異なる2つの混合分配ユニット10の各1個のアウトレット12a, 12bからそれぞれ出力された流体を、その2個のインレット11a, 11bからそれぞれ導入して混合し、その混合した流体を2個のアウトレット12a, 12bから、その下流側の流路モジュール7における互いに異なる2つの混合分配ユニット10の各1個のインレット11a, 11bに対してそれぞれ分配して導出するようになっている。

【0020】具体的にはこの実施形態に係るマイクロ混合器においては、m枚の流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_m)は、例えば図4に7段(7層)の流路を形成した例を示すように、その最下流に位置付けられる最上段の流路モジュール7₁は1個の混合分配ユニット10を備え、その上流側の流路モジュール7₂, ~7₇となるに従って、混合分配ユニット10の数を順に1個ずつ増やし、最上流に位置付けられる最下段の流路モジュール7₇においては7個の混合分配ユニット10を備えたものとなっている。

【0021】またこの実施形態においては、混合分配ユニット10の特殊なものとして、図3に示した構造の混合分配ユニット10における2個のアウトレット12a, 12bの一方と、該アウトレット12に連なるチャンネル13とを省略し、混合した流体の分配機能を省いた構造の混合ユニット15が、適宜、前記混合分配ユニット10に代えて用いられている。この混合ユニット15は、2個のインレット11a, 11bからそれぞれ導入して混合した流体を、後述するようにその下流側の流路モジュール7₁, 7₂, ~7_mにおける1つの混合分配ユニット10(混合ユニット15)に導出すれば十分な場合等に用いられる。

【0022】そしてこれらの混合分配ユニット10およ

び／または混合ユニット15は、前記各流路モジュール7において、その下流側（上段側）の1つの混合分配ユニット10（混合ユニット15）における2個のインレット11a, 11bの各位置に、互いに隣接する2つの混合分配ユニット10および／または混合ユニット15の各1個のアウトレット12a, 12bがそれぞれ位置付けられるレイアウト（間隔）でそれぞれ配列されている。

【0023】換言すれば各流路モジュール7において互いに隣接する2つの混合分配ユニット10（混合ユニット15）は、その一方の混合分配ユニット10（混合ユニット15）におけるアウトレット11aが、その下流側（上段側）の1つの混合分配ユニット10（混合ユニット15）における一方のインレット11aの位置に位置付けられ、他方の混合分配ユニット10（混合ユニット15）におけるアウトレット11bが、その下流側（上段側）の上記混合分配ユニット10（混合ユニット15）における他方のインレット11bの位置に位置付けられるように配列されている。この結果、m枚の流路モジュール7（ $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ）を前述したように位置合わせして積層するだけで、隣接する流路モジュール7間において上記混合分配ユニット10および／または混合ユニット15のインレット11a, 11bとアウトレット12a, 12bとが上述した関係を以て互いに連結されるようになっている。

【0024】かくして上述したように前記混合分配ユニット10および／または混合ユニット15を所定個数ずつ所定の周期で配列したm枚の流路モジュール7（ $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ）を積み重ねて構成されるマイクロ混合器によれば、前述した如く下部プレート体2に設けられた2つの流体導入チャンネル5a, 5bに2種類の流体（液体）A, Bを所定の圧力を以て導入すれば、図4に示すように一方の流体（液体）Aは、最上流（最下段）の流路モジュール7₁（ 7_1 ）における複数の混合分配ユニット10（混合ユニット15）のそれぞれに、その一方のインレット11aを介して導入される。また他方の流体（液体）Bは、最上流（最下段）の流路モジュール7₁（ 7_1 ）における複数の混合分配ユニット10（混合ユニット15）のそれぞれに、その他方のインレット11bを介して導入される。そしてこれらの流体（液体）A, Bは、各混合分配ユニット10（混合ユニット15）におけるチャンネル13にてそれぞれ混合され、2個のアウトレット12a, 12bを介してそれぞれ分配して出力される。

【0025】すると次段の流路モジュール7₂においては、上記流路モジュール7₁の各混合分配ユニット10（混合ユニット15）におけるアウトレット12a側から出力される流体（液体） $[A+B/2]$ を新たに混合すべき一方の流体（液体）A1として、その混合分配ユニット10（混合ユニット15）における一方のインレ

ット11aを介して導入し、また流路モジュール7₂の各混合分配ユニット10（混合ユニット15）における他方のアウトレット12b側から出力される流体（液体） $[A+B/2]$ を新たに混合すべき一方の流体（液体）B1として、その混合分配ユニット10（混合ユニット15）における他方のインレット11bを介して導入する。そしてこれらの流体（液体）A1, B1を、チャンネル13にてそれぞれ混合し、2個のアウトレット12a, 12bを介してそれぞれ分配して出力する。

【0026】このような2系統の流体（液体）の混合とその分配を、前記各流路モジュール7において順に繰り返して実行することで、前述した2種類の流体（液体）A, Bの細分化（マイクロ混合）が進められ、最下流（最上段）の流路モジュール7₁から前記2種類の液体A, Bを混合して両者を均一に拡散させたマイクロ混合液が取り出されることになる。

【0027】従ってこの実施形態に係るマイクロ混合器によれば、複数の混合分配ユニット10（混合ユニット15）を設けた平板状の複数の流路モジュール7（ $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ）を積み重ねただけの簡単な構造で、2種類の液体A, Bを混合したマイクロ混合液を逸早く効果的に形成することができる。しかも上記流路モジュール7（ $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ）については、Al板やSUS板等を用いて簡易に製作することができ、混合分配ユニット10（混合ユニット15）の形成（加工）自体も容易なもので、その製作コストが安価である。更には複数の流路モジュール7（ $7_1, 7_2, \sim 7_m$ ）間のアライメント精度についても容易に高めることができ、その組み立て自体も簡単なもので、この点でもその製作コストの低廉化を図り得る等の利点がある。

【0028】また前述した混合分配ユニット10（混合ユニット15）におけるインレット11a, 11bの径、アウトレット12a, 12bの径、そしてチャンネル13の幅が互いにほぼ等しく設定されているので、混合液による目詰まりが生じ難い。しかも混合分配ユニット10（混合ユニット15）における2個のインレット11a, 11b、およびアウトレット12a, 12bが互いに直交する方向にそれぞれ対称に設けられているので、流体（液体）の流れ（層流）に対する対称性を良好に確保して流体の不均一化を効果的に防止することができ、更にはそのスループットを十分に高めることができる。従ってそのミキシング性能（ミキシング効率）を十分に高め、異種の液体を均質に混合した品質の高いマイクロ混合液を容易に生成し得る等の実用上多大なる効果が奏せられる。

【0029】尚、前述した混合分配ユニット10については、例えば図5(a)～(c)にそれぞれ示す構造のものとして実現することも可能である。図5(a)に例示する混合分配ユニット10は、2個のアウトレット12a, 12b間の幅を広くしたものであり、また図5(b)に例

示する混合分配ユニット10は、チャンネル13の向きを定める島状の仕切部14を省略し、2個のアウトレット12a, 12b間の幅を狭くしたものである。そして図5(c)に示す混合分配ユニット10は、2個のインレット11a, 11b、および2個のアウトレット12a, 12bをチャンネル13の向きを定める島状の仕切部14を中心として点対称に平行四辺形状に配置したものである。

【0030】このような各構造の混合分配ユニット10であっても、隣接する2つの混合分配ユニット10におけるアウトレット12a, 12bが、各混合分配ユニット10における2個のインレット11a, 11b間の間隔と等しくなるように配列すれば、複数の流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_n)間において、そのインレット11a, 11bとアウトレット12a, 12bの位置をそれぞれ正確に合わせることが可能となるので、先の実施形態と同様な効果が奏せられる。

【0031】また上述した実施形態においては、各流路モジュール7(7₁, 7₂, ~7_n)において複数の混合分配ユニット10(混合ユニット15)を1列に直線上に配列したが、例えば図6に示すように複数の混合分配ユニット10(混合ユニット15)を複数列に亘って平行に配列するようにしても良い。この場合、下部プレート2に設ける流体導入チャンネル5a, 5bについては、混合分配ユニット10(混合ユニット15)における一方のインレット11a側、および他方のインレット11b側にそれぞれ対応させて図6に示すように櫛歯状の流路を形成して設けるようにすれば良い。

【0032】またこのようにして複数の混合分配ユニット10(混合ユニット15)を複数列に亘って配列した場合には、最下流(最上段)の流路モジュール7₁からは、各列にそれぞれ対応してマイクロ混合液が出力されることになるので、例えば図7に示すように最下流(最上段)の流路モジュール7₁における流体出力面に、複数の混合分配ユニットの各アウトレットからそれぞれ出力されるマイクロ混合液を1つの流路にまとめる集合部20を設けることが望ましい。特にこの集合部20については、前記複数の混合分配ユニットの各アウトレット12a(12b)からそれぞれ出力されたマイクロ混合液を十分に拡散させて混合するに必要な滞留時間を確保し得る流路長しを有するものとして実現することが望ましい。また混合液がお互いに反応する場合には、その反応時間を十分確保するように設定することが望ましい。

【0033】尚、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。例えば各流路モジュール7に配列される複数の混合分配ユニット10の中の一側部に位置する混合分配ユニット10の一方のアウトレット12a(12b)を、長いチャンネルを介してその配列の反対側の端部に配置された混合分配ユニット10の近傍位置まで延ばして設けるようにするならば、各流路モジュール7に

それぞれ配列される複数の混合分配ユニット10の数を等しくすることができる。

【0034】また実施形態においては、2種類の流体(液体)を混合するマイクロ混合器を例に説明したが、3種類の流体(液体)を混合するようにマイクロ混合器を構成することも可能である。この場合にはその混合分配ユニット10を、例えば図8にその概念を示すように、3個のインレット11a, 11b, 11cと3個のアウトレット12a, 12b, 12cを備えたものとし、3個のインレット11a, 11b, 11cからそれぞれ導入された3種類の流体(液体)A, B, Cをチャンネル13にて混合して3層の層流(A+B+C)を形成するようにする。そしてこの3層の混合流体である層流(A+B+C)を、その層と直交する方向に3つ流れに分配し、3個のアウトレット12a, 12b, 12cから(A+B+C)/3なる流体としてそれぞれ取り出すように構成すれば良い。

【0035】この場合には、各混合分配ユニット10における3個のインレット11a, 11b, 11c(3個のアウトレット12a, 12b, 12c)を、例えば図9に示すように正六角形状の各頂点に1つ置きに配置し、複数の混合分配ユニット10をハニカム(蜂巣)状に配列して、流路モジュール7でのインレット11a, 11b, 11cを、上記流路モジュール7に隣接する流路モジュール7における3つの混合分配ユニット10における各1個のアウトレット12a, 12b, 12cとを個別に連結するようにすれば良い。

【0036】更には4種類の流体(液体)を混合するようにマイクロ混合器を構成する場合にも、同様にして4個のインレットと4個のアウトレットとを設けた混合分配ユニット10を構成すれば良い。但し、この場合、4個のインレットまたは4個のアウトレットに対する各チャンネルを交差して形成することが必要となる。従って流路モジュール7自体を多層構造化して上記各チャンネルを互いに異なる層を利用して形成するように構成すれば良い。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、多層に積層される複数の流路モジュールにm個のインレットおよびm個のアウトレットを備えた混合分配ユニットを、所定の配列をなして複数形成し、上記各流路モジュール間でそのインレットとアウトレットとを所定の配列で順次結合した構造を有するので、その構造自体が簡単であり、容易に、しかも安価に製作することができる。しかもそのアライメント精度を十分に高くすることも容易であり、流路の対称性を確保して混合流体に対するスループットを十分に高めることができる。従ってそのミキシング性能(ミキシング効率)を十分に高め、均質で品質の高いマイクロ混合液を容易に、しかも逸早く

生成し得る等の実用上多大なる効果が奏せられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るマイクロ混合器の概略構造を示す分解斜視図。

【図2】図1に示すマイクロ混合器に組み込まれる下部プレート板に設けられる流体導入チャンネルの構造と、複数の流路モジュールの概略的な構造を示す図。

【図3】流路モジュールに組み込まれる混合分配ユニットの概略的な構造を示す部分斜視図。

【図4】複数の流路モジュールにそれぞれ組み込まれる混合分配ユニット間のインレットとアウトレットとの結合構造と、これらの混合分配ユニットによる流体の混合分配作用を説明するための図。

【図5】流路モジュールに組み込まれる混合分配ユニットの別の構成例を示す図。

【図6】流路モジュールに組み込まれる複数の混合分配ユニットの別の配列構造の例を示す図。

【図7】最下流の流路モジュールに組み込まれる集合部の構造と、その役割を説明するための図。

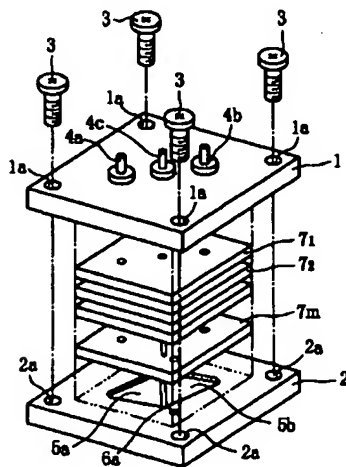
【図8】3個のインレットと3個のアウトレットとを備えた混合分配ユニットの機能構成図。

【図9】3個のインレットと3個のアウトレットとを備えた複数の混合分配ユニットの配列構造を示す図。

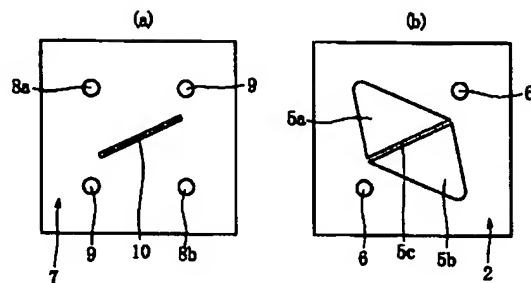
【符号の説明】

- 5a, 5b 流体導入チャンネル
- 7, 7₁, 7₂, ~7。 流路モジュール
- 10 混合分配ユニット
- 11a, 11b, 11c インレット
- 12a, 12b, 12c アウトレット
- 13 チャンネル
- 14 仕切部
- 15 混合ユニット
- 20 集合部

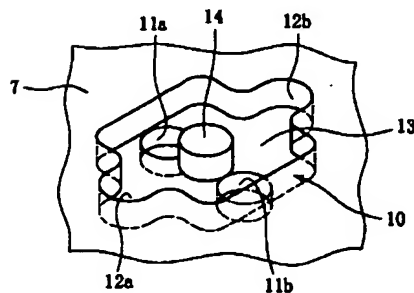
【図1】



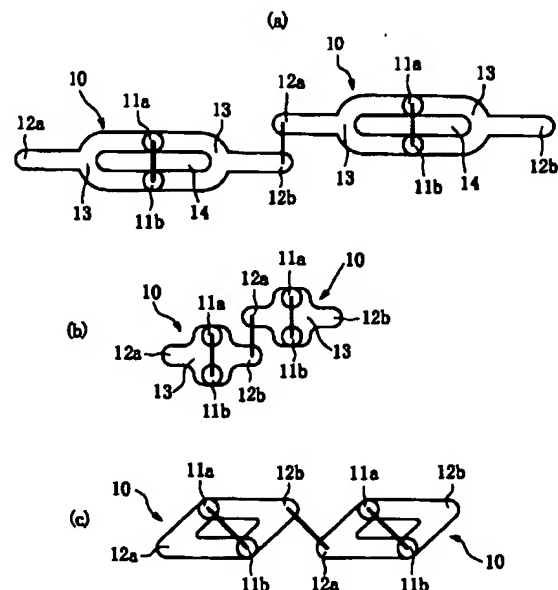
【図2】



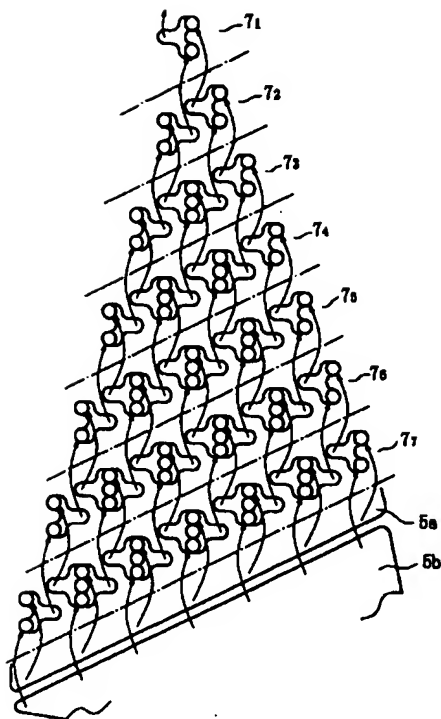
【図3】



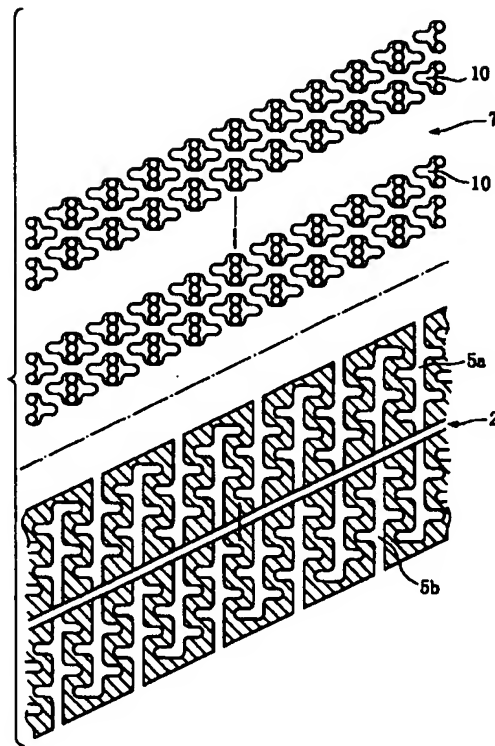
【図5】



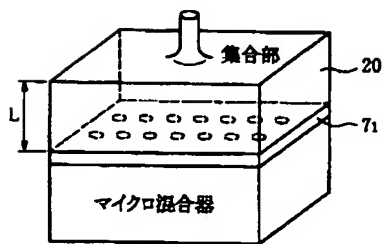
【図4】



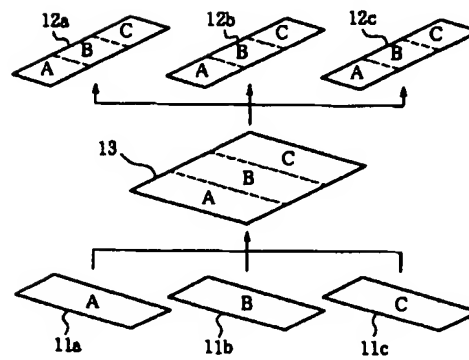
【図6】



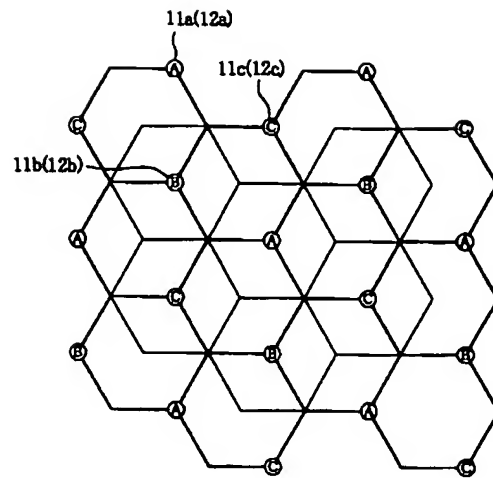
【図7】



【図8】



【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成14年5月27日(2002. 5. 27)

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図2

【補正方法】変更

【補正内容】

【図2】

